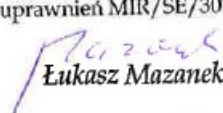


AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



Dane budynku	Adres: Zespół Szkół w Piaskach Ul. Partyzantów 19 21-050 Piaski powiat: świdnicki województwo: lubelskie
-------------------------	---

październik, 2019 r.

1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1.	Dane identyfikacyjne budynku		
1.1 Rodzaj budynku	szkolny	1.2 Rok budowy	1945 / 1984 / 1987 / 2003 / 2007
1.3 Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji telefon/fax)	Powiat Świdnicki w Świdniku	1.4 Adres budynku Ul. Partyzantów 19 21-050 Piaski powiat: świdnicki województwo: lubelskie	
2. Nazwa, REGON, adres podmiotu wykonującego audyt			
Energy bundle Łukasz Mazanek, Oś. XXX-lecia 129/22; 44-286 Wodzisław Śląski REGON: 363140174			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, kwalifikacje zawodowe, podpis			
Łukasz Mazanek Uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej Nr uprawnień MIR/ŚE/3073/2014  Łukasz Mazanek Uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej MIR/ŚE/3073/2014			
4. Współautorzy audytu: imiona i nazwiska, zakres prac przy opracowaniu			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	
	nd	nd	
Miejscowość: Wodzisław Śląski		Data wykonania audytu: październik, 2019 r.	
5. Spis treści			
		str.	
	Karta audytu energetycznego budynku	3	
	Dokumenty i dane źródłowe	5	
	Inwentaryzacja techniczno-budowlana	7	
	Charakterystyka energetyczna istniejącego budynku	8	
	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć modernizacyjnych	10	
	Określenie optymalnego wariantu modernizacyjnego	11	
	Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia poprawiającego sprawność systemu ogrzewania	13	
	Obliczenie zaoszczędzonej energii elektrycznej	14	
	Zestawienie optymalnych usprawnień modernizacyjnych	15	
	Zestawienie wszystkich wariantów i wybór optymalnego przedsięwzięcia	16	
	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia	17	
	Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku dla wybranego wariantu	18	
	Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej	19	

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. Dane ogólne budynku		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Konstrukcja budynku / technologia wykonania budynku	tradycyjna, murowana	tradycyjna, murowana
2.	Liczba kondygnacji	2, 3	2, 3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	30 323,9	30 323,9
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	7 922,0	7 922,0
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	7 922,0	7 922,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	280	280
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Podgrzewacz gazowy, kolektory słoneczne	Podgrzewacz gazowy, kolektory słoneczne, pompa ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	Kotłownia gazowa, pompa ciepła	Kotłownia gazowa, pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V_e 1/m	0,24	0,24
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody budowlane $U^*W/(m^2K)$		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Ściany zewnętrzne przy gruncie	0,434	0,148
2.	Ściany zewnętrzne Gimnazjum	0,197 / 0,265	0,197 / 0,265
3.	Ściany zewnętrzne hali sportowej	0,248	0,248
4.	Ściany zewnętrzne Szkoły	0,576	0,200
5.	Ściany zewnętrzne budynku Warsztatu	0,191 / 0,348	0,191 / 0,348
6.	Stropodach/dach Gimnazjum, Szkoły i łącznika	0,161 / 0,892	0,161 / 0,145
7.	Stropodach /dach Hali	0,195	0,195
8.	Stropodach / dach Warsztatu	0,148	0,148
9.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Gimnazjum i Szkoły	0,427	0,427
10.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Hali	0,273	0,273
11.	Podłoga na gruncie / w piwnicy łącznika	0,288	0,288
12.	Podłoga na gruncie / w piwnicy Warsztatu	0,443	0,443
13.	Okna	1,3 / 0,9	1,3 / 0,9
14.	Drzwi zewnętrzne	1,7 / 1,3	1,3
3. Sprawności składowe systemu grzewczego, współczynniki przerw w ogrzewaniu η_{Htot}		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Sprawność wytwarzania η_{Hg}	0,94	2,45
2.	Sprawność przesyłania η_{Hd}	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania η_{He}	0,88	0,92
4.	Sprawność akumulacji η_{Hs}	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia w_t	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej η_{Wtot}		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Sprawność wytwarzania η_{Wg}	0,83	2,15
2.	Sprawność przesyłania η_{Wd}	0,80	0,80
3.	Sprawność akumulacji η_{Ws}	0,85	0,85

4.	Sprawność wykorzystania i regulacji η_{We}	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna) i inna	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Kanały, szczeliny	Kanały szczeliny
3.	Strumień powietrza zewnętrznego m^3/h	22 515,7	22 515,7
4.	Krotność wymian powietrza - 1/h	0,7	0,7
6. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) GJ/rok	1 100	-
2.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) GJ/rok	900	-
3.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania kW	419,4	395,4
4.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej kW	89,6	89,6
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu $Q_{Hnd} GJ/rok$	2 991	1 712
6.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu GJ/rok	4 655	874
7.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej GJ/rok	237	91
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku - bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu $kWh/(m^2/rok)$	104,9	60,0
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu $kWh/(m^2/rok)$	163,2	30,6
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1.	Opłata stała związana z dystrybucją i przesyłem ciepła do ogrzewania budynku $zł/GJ$	55,35	61,50
2.	Stoła opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem zamówionej mocy cieplnej $zł/MW m-c$	30,75	30,75
3.	Miesięczna opłata abonamentowa $zł/m-c$	120	120
4.	Miesięczny koszt ogrzewania $1 m^2$ powierzchni użytkowej $zł/m^2 m-c$	2,3	0,62
5.	Koszt przygotowania $1 m^3$ ciepłej wody użytkowej - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem energii $zł/m^3$	19,2	14,1
6.	Koszt $1 MW$ mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc -stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem $zł/MW m-c$	-	-
8. Wskaźniki efektywności po przeprowadzonej modernizacji – podsumowanie wyników dla wariantu optymalnego			
1.	Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	5,0 %	31,2 %
2.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej GJ/rok	3926,5	
3.	(c.o. + wentylacja + c.w.u.) kWh/rok	1090695	
4.	Procentowe zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną %	80,3	
5.	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej MWh/rok	87,515	
6.	Produkcja energii elektrycznej z nowych mocy wytwórczych OZE $MWhe/rok$	86,3	
7.	Produkcja energii cieplnej z nowych mocy wytwórczych OZE $MWht/rok$	268,056	
8.	Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych Mg/rok	599,62	
9.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku kWh/rok	1462310	

3. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA

3.1 Rozporządzenia i Normy techniczne

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422 j.t.)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2009 Nr 43 poz.346 z późn. zmianami.).
4. KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.
5. PN-EN ISO 6946:2008 Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
6. PN-EN 13831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
7. PN EN ISO 13370:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Przenoszenie ciepła przez grunt. Metody obliczania.
8. PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Współczynniki wymiany ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
9. PN-EN ISO 10077:2007 Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi, żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. (Cz.1, Cz.2).
10. PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
11. PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Cz.1.
12. PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
13. PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.

3.2 Dokumentacje projektowe i inne dokumenty przekazane przez inwestora

- Inwentaryzacja budowlana
- Projekty budowlano-wykonawcze

3.3 Osoby udzielające informacji

p. Waldemar Szalek – Dyrektor Zespołu Szkół w Piaskach

3.4 Data wizytacji terenowej

Kwiecień 2019 r.

3.5 Wytyczne, sugestie i uwagi zlecniodawcy (inwestora)

Obniżenie kosztów ogrzewania budynku wraz z oceną efektywności ocieplenia ścian stropodachu małej Sali gimnastycznej, montażu pompy ciepła do celów przygotowania c.w.u. i modernizacji instalacji centralnego ogrzewania. Wymiana stolarki drzwiowej w budynku szkoły i wymiana oświetlenia w budynku szkoły

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO - BUDOWLANA BUDYNKU

4.1 Dane ogólne budynku					
1.	Przeznaczenie budynku	Usługowy	8.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych	16 677,273
2.	Technologia budynku	Tradycyjna, murowana	9.	Liczba użytkowników:	280
3.	Liczba kondygnacji	2,3	10.	Rok budowy	1945 / 1984 / 1987 / 2003 / 2007
4.	Budynek: - szeregowy - wolnostojący	Wolnostojący	12.	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	0
5.	Budynek podpiwniczony	Tak	13.	Powierzchnia pomieszczeń chłodzonych	0
6.	Wysokość kondygnacji netto	2,8 – 3,0	14.	Liczba mieszkań / lokali	0
7.	Kubatura budynku	30 323,9			

5. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU

Lp.	Rodzaj danych	jedn.	Dane
1.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby C.O.	kW	1100
2.	Zamówiona moc cieplna na potrzeby C.W.U. (q_{cwu})	kW	900
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na C.O.	kW	419,4
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na C.W.U.	kW	89,6
5.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby wentylacji	kW	-
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ	1013
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	GJ	919

5.1 Charakterystyka techniczna instalacji ogrzewania - stan istniejący

Instalacja centralnego ogrzewania oparta o kotłownię gazową zlokalizowaną w budynku Warsztatu, a także pompę ciepła.

Wartości współczynników sprawności systemu ogrzewania

16.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	2,35
17.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła	η_{Hd}	0,90
18.	Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,88
19.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła	η_{Hs}	1,00
20.	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu	η_{Htot}	1,861
21.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
22.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

5.2 Charakterystyka techniczna instalacji ciepłej wody użytkowej - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj instalacji ciepłej wody	Centralne przygotowanie
2.	Parametry pracy instalacji	55 / 10
3.	Przewody instalacji i ich izolacja	Zaizolowane
4.	Cyrkulacja, ograniczenia cyrkulacji	Zastosowana cyrkulacja
5.	Zasobnik ciepłej wody (rok, pojemność)	Dobry stan techniczny
6.	Opomiarowanie instalacji ciepłej wody (wodomierze)	Brak

5.3 Charakterystyka techniczna systemu wentylacji - stan istniejący

Lp.	Rodzaj danych	Dane
1.	Rodzaj wentylacji	Naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	22 515,7

6. WYKAZ USPRAWNIEN I PRZEDSIĘWZIĘĆ MODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO		
Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne (ściany, stropodach, dach, ściana piwnicy, podłoga piwnicy, strop nad piwnicą i nad przejazdami)	Ocieplenie stropodachu i stropu nieużytkowego
2.	Okna	Brak działań
3.	Drzwi	Wymiana 4 sztuk stolarki drzwiowej w budynku szkoły
4.	System grzewczy	Wymiana instalacji centralnego ogrzewania w budynku szkoły wraz z wymianą części instalacji zewnętrznej na rury preizolowane.
5.	Instalacja c.w.u.	Montaż kotła gazowego
6.	Wentylacja	Brak działań
7.	Oświetlenie	Montaż instalacji fotowoltaicznej na budynku dydaktycznym szkoły o mocy 24,49 kWp

7. OKREŚLENIE OPTYMALNEGO WARIANTU MODERNIZACYJNEGO

7.1 Do obliczeń przyjęto następujące dane:

		Symbol	Jednostki	przed modernizacją	po modernizacji
1.	Obliczeniowa temperatura zewnętrzna	t_{zo}	$^{\circ}\text{C}$	- 20	- 20
2.	Temperatura wewnętrzna lokale użytkowe	t_w	$^{\circ}\text{C}$	20	20
3.	Liczba stopniodni ogrzewania przegrody zewnętrzne	SD	dzień K/rok	3 825	3 825

7.1.1 Jednostkowe opłaty za moc zamówioną i zużyte ciepło^{*)}

Opłaty przed modernizacją		Cena brutto
Opłata za ciepło (dystrybucja + przesył)	zł/GJ	157,16
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył)	zł/MW m-c	30,75
Opłata abonamentowa	zł/m-c	120
Opłaty po modernizacji		
Opłata za ciepło (dystrybucja + przesył)	zł/GJ	157,16
Stała opłata miesięczna za moc zamówioną (dystrybucja + przesył)	zł/MW m-c	30,75
Opłata abonamentowa	zł/m-c	120

^{*)}jednostkowe opłaty przyjęto wg danej średniej cenie gazu i oleju opałowego

7.1.2 Inne opłaty i taryfy

7.2.1Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku			Przegroda (symbol)			
			Stropodach Sali gimnastycznej			
Dane do obliczeń						
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła			A _{strat} = 275,3 m ²			
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia			A _{koszt} = 275,3 m ²			
3. liczba stopniodni ogrzewania			SD= 3 825 dzień K/rok			
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem mateirału dociepleniowego o współczynniku przewodzenia ciepła λ = 0,037 W/mK						
Rozpatrywane warianty ocieplenia:						
W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość U _{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021						
W2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej o 2 cm niż w wariancie poprzednim						
Lp.						
		Jednostki	Warianty			
			Stan istniejący	W1	W2	W3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m		0,20	0,22	0,24
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i pomodernizacjiU _c	W/(m²K)	0,892	0,147	0,136	0,127
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło napokrycie strat przenikania ciepła Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/rok	81,2	13,2	12,2	11,2
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q _{oU} , q _{1U}	MW	0,0098	0,0016	0,0015	0,0014
5.	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO _{ru}	zł/rok		10 687	10 844	11 001
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C _{jed}	zł/m²		160	180	200
7.	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		44 048	49 554	55 060
8.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat		4,1	4,6	5,0
Podstawa przyjętych wartości N _u						
Przyjęto ceny jednostkowe wg lokalnych ofert i kosztorysów SEKOCENBUD						
Wybrany wariant: 1		Koszt wariantu: 44 048,00		SPBT = 4,1 lat		

7.2.2 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol)		
				Ściana poniżej terenu		
Dane do obliczeń						
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła				$A_{strat} = 232,5 \text{ m}^2$		
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia				$A_{koszt} = 232,5 \text{ m}^2$		
3. liczba stopniodni ogrzewania				$SD= 3\ 825 \text{ dzień K/rok}$		
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: Przewiduje się ocieplenie z użyciem styropianu XPS o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$						
Rozpatrywane warianty ocieplenia:						
W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021						
W2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej o 2 cm niż w wariantcie poprzednim						
Lp.		Jednostki	Warianty			
			Stan istniejący	W1	W2	W3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m		0,16	0,18	0,2
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i pomodernizacji U_c	W/(m²K)	0,434	0,140	0,129	0,120
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/rok	33,3	10,7	9,9	9,2
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q_{0U}, q_{1U}	MW	0,0040	0,0013	0,0012	0,0011
5.	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_{ru}	zł/rok		3 552	3 678	3 788
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m²		536	570	600
7.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		124 644	132 525	139 500
8.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat		35,1	36,0	36,8
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Wartości na podstawie kosztorysów zagregowanych Sekocenbud i informacji z rynku lokalnego						
Wybrany wariant:1		Koszt wariantu: 124 644,26 zł		SPBT = 35,1 lat		

7.2.3 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol)			
				Ściana cokołu			
Dane do obliczeń							
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła				$A_{\text{strat}} = 210 \text{ m}^2$			
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia				$A_{\text{koszt}} = 210 \text{ m}^2$			
3. liczba stopniodni ogrzewania				$SD= 3\ 825 \text{ dzień K/rok}$			
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: Przewiduje się ocieplenie z użyciem styropianu XPS o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$							
Rozpatrywane warianty ocieplenia:							
W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021							
W2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej o 2 cm niż w wariantcie poprzednim							
Lp.		Jednostki	Warianty				
			Stan istniejący	W1	W2	W3	
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m		0,1	0,12	0,14	
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i pomodernizacji U_c	W/(m²K)	0,576	0,200	0,186	0,167	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/rok	40,0	13,9	12,9	11,6	
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q_{0U}, q_{1U}	MW	0,0048	0,0017	0,0016	0,0014	
5.	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_{ru}	zł/rok		4 102	4 259	4 463	
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m²		234	250	270	
7.	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		49 080	52 500	56 700	
8.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat		12,0	12,3	12,7	
Podstawa przyjętych wartości N_u							
Wartości na podstawie kosztorysów zagregowanych Sekocenbud i informacji z rynku lokalnego							
Wybrany wariant:1		Koszt wariantu: 49 079,98 zł			SPBT = 12,0 lat		

7.3 Określenie optymalnego wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku				Przegroda (symbol)		
				Strop nieużytkowy		
Dane do obliczeń						
1. powierzchnia przegrody do obliczania strat ciepła				$A_{\text{strat}} = 447,2 \text{ m}^2$		
2. powierzchnia przegrody do obliczania kosztów usprawnienia				$A_{\text{koszt}} = 447,2 \text{ m}^2$		
3. liczba stopniodni ogrzewania				$SD = 3\,825 \text{ dzień K/rok}$		
4. technologia ocieplenia i wybrany materiał izolacyjny: Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem materiału dociepleniowego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$						
Rozpatrywane warianty ocieplenia:						
W1 - o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełniona wymagana maksymalna wartość U_{cmax} zgodnie z wymaganiami warunków technicznych WT 2021						
W2 i następne - o grubości warstwy izolacji większej o 2 cm niż w wariantcie poprzednim						
Lp.		Jednostki	Warianty			
			Stan istniejący	W1	W2	W3
1.	Grubość dodatkowej warstwy izolacyjnej d	m		0,22	0,24	0,26
2.	Współczynnik przenikania ciepła przed i po modernizacji U_c	W/(m²K)	0,892	0,142	0,131	0,123
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/rok	131,8	21,2	19,4	18,1
4.	Roczne zapotrzebowanie na moc na pokrycie strat przez przenikanie q_{0U}, q_{1U}	MW	0,0160	0,0026	0,0024	0,0022
5.	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_{ru}	zł/rok		17 335	17 618	17 838
6.	Cena jednostkowa usprawnienia C_{jed}	zł/m²		160	180	200
7.	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		71 552,00	80 496	89 440
8.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat		4,1	4,6	5,0
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe wg lokalnych ofert i kosztorysów SEKOCENBUD						
Wybrany wariant: 1		Koszt wariantu: 71 552,00		SPBT = 4,1 lat		

7.4 Określenie optymalnego wariantu polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacyjnego				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi aluminiowych i stalowych		
Dane do obliczeń						
1. powierzchnia drzwi				$A_d = 20,83 \text{ m}^2$		
2. projektowy strumień powietrza wentylacyjnego				$V_{nom} = 4\,423 \text{ m}^3/\text{h}$		
3. liczba stopniodni ogrzewania				$SD=3\,825 \text{ dzień K/rok}$		
4. współczynnik przenikania ciepła drzwi - stan istniejący				$U_d = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$		
Rozpatrywane warianty usprawnienia:						
- wymiana istniejących drzwi na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U_d , W1 - drzwi o współczynniku przenikania ciepła U_{ok} zgodnie z WT 2021 W2, W3 - drzwi o innych współczynnikach przenikania ciepła U_d						
			Jednostki	Stan istniejący	Warianty	
					W1	W2
1.	Współczynnik przenikania ciepła drzwi U		W/(m²K)	1,7	1,3	1,2
2.	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	---	1	0,9	0,9
		C_m	---	1	1	1
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikania ciepła Q_0		GJ/rok	12	9	8
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat Q_1		GJ/rok	497	448	448
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło Q_{0u}		GJ/rok	509	457	456
6.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_0		MW	0,0014	0,0011	0,0010
7.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_1		MW	0,0301	0,0301	0,0301
8.	Roczne zapotrzebowanie na moc q_{0u}		MW	0,0315	0,0312	0,0311
9.	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO_{ru}		zł/rok		8 172	8 329
10.	Koszt jednostkowy drzwi C_{jed}		zł/m²		872	1 000
11.	Koszt wymiany drzwi N_{ok}		zł		18 172,97	20 830,00
12.	Koszt modernizacji wentylacji N_{went}		zł		0	0
13.	Koszt całkowity N_u		zł		18 173	20 830
14.	Prosty czas zwrotu SPBT		lat		2,2	2,5
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto ceny jednostkowe wg lokalnych ofert i kosztorysów SEKOCENBUD						
Wybrany wariant: 1			Koszt wariantu: 18 172,97 zł		SPBT = 2,2 lat	

8. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA POPRAWIAJĄCEGO SPRAWNOŚĆ SYSTEMU OGRZEWANIA

Dane do obliczeń - stan istniejący

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. zapotrzebowanie mocy do ogrzewania budynku | $q_{Hco} = 419,4 \text{ kW}$ |
| 2. sezonowe zapotrzebowanie ciepła | $Q_{Hco} = 1\,907 \text{ GJ/rok}$ |

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu ogrzewania

Lp.	Opis usprawnienia	Ilość	Cena Jednostkowa brutto	Koszt brutto
1.	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania w zakresie wymiany orurowania wraz z zastosowaniem izolacji, a także montaż grzejników płytowych z zabezpieczeniem zaworami termostatycznymi i regulującymi w budynku Szkoły	1	256 548,30	256 548,30
2.	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania w zakresie wymiany zewnętrznej rury na preizolowana	1	71 910,55	71 910,55
3.	Wymiana wyeksploatowanego kotła gazowego służącego do ogrzewania c.w.u. na nowy kocioł gazowy jednofunkcyjny do ogrzewania wody w istniejącym zasobniku podłączonym do instalacji solarnej wraz z wkładem kominowym.	1	14 017,56	14 017,56

Zestawienie współczynników sprawności systemu ogrzewania związanych z modernizacją

Lp.		Współczynniki sprawności			
		Stan istniejący		Stan po modernizacji	
1.	Średnia sezonowa sprawność wytwarzania	η_{Hg}	2,35	η_{Hg}	2,45
2.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu	η_{Hd}	0,90	η_{Hd}	0,96
3.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji	η_{Hs}	0,88	η_{Hs}	0,92
4.	Średnia sezonowa sprawność regulacji	η_{He}	1,00	η_{He}	1,00
5.	Średnia sezonowa sprawność całkowita	η_{Htot}	1,861	η_{Htot}	2,164
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia	W_t	1,00	W_t	1,00
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	1,00	W_d	1,00

8.1 Ocena finansowa przedsięwzięcia modernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania

Lp.		Jednostki	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna instalacji c.o. q_{co}	MW	0,042763	0,042763
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	GJ/rok	1907	1907
3.	Średnia sezonowa sprawność całkowita η_{Htot}	----	1,861	2,164
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby instalacji c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu Q_{co}	GJ/rok	1024	881
6.	Roczny koszt ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym O_{co}	zł/rok	171 932	138 458
7.	Roczne oszczędności kosztów ogrzewania ΔO_{rco}	zł/rok	171 932	138 458
8.	Całkowity koszt usprawnień systemu ogrzewania N_{co}	zł		342 476,41
9.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat		12,4

9. OBLICZENIA ZAOSZCZĘDZONEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ - MODERNIZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIA

Rozpatrywane są dwa warianty modernizacji systemu oświetlenia: system świetlówkowy i system za pomocą LED. Oszczędności zużycia energii elektrycznej dla źródeł światła po modernizacji obliczane są przy założeniu, że natężenie oświetlenia powierzchni mierzone w luksach spełnia wymagania PN-EN 12464-1:2012

Dane do oceny - stan istniejący

- powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia $A_L = 320,4 \text{ m}^2$
- system oświetlenia wbudowanego: tradycyjne

		Jednostki	Stan istniejący	System oświetlenia po modernizacji	
				świetlówkowy	LED
1.	Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w budynku P_N	W/m ²	10,3	8	4,9
2.	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu dnia t_D	h	2000	1800	1800
3.	Czas użytkowania oświetlenia podstawowego w ciągu nocy t_N	h	250	200	200
4.	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenie oświetlenia do poziomu wymaganego F_C	-	1	1	1
5.	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy F_O	-	1	1	1
6.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D	-	1	1	1
7.	Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI	kWh/m ² rok	58	16	9,8
8.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetleniowej $Q_{KL} = A_f \text{ LENI}$	kWh/rok	38172	126752	77636
9.	Roczne oszczędności energii końcowej po modernizacji systemu oświetlenia ΔQ_{KL}	kWh/rok	-	35649	84765
10.	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną C_{jed}	zł/kWh	0,64	0,44	0,44
11.	Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego K	zł/rok	24429,98	55770,88	34159,66
12.	Roczne oszczędności kosztów zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia ΔQ_K	zł/rok	-	15685,56	37296,78
13.	Koszt modernizacji systemu oświetlenia N_u	zł	-	187500,00	217800,00

10.ZESTAWIENIE OPTYMALNYCH USPRAWNIEŃ MODERNIZACYJNYCH

(zestawienie wybranych wariantów we wszystkich obszarach opracowywanych dla projektu, w tym: zmierzających do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji, modernizacji systemu przygotowania c.w.u., modernizacji systemu ogrzewania, modernizacji systemu oświetlenia uszeregowane wg rosnącej wartości SPBT).

Pierwszym elementem jest modernizacji systemu grzewczego

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia modernizacyjnego*	Planowane koszty robót zł	SPBT
1.	Modernizacja systemu ogrzewania	415 879,36	12,4
2.	Wymiana drzwi stalowych i aluminiowych	18 172,97	2,2
3.	Docieplenie stropodachu	44 048,00	4,1
4.	Docieplenie stropu nieużytkowego	44 472,78	4,1
5.	Montaż instalacji PV	146 166,28	11,0
6.	Docieplenie cokołu	49 079,98	12,0
7.	Docieplenie ścian poniżej terenu	124 644,26	35,1

12. ZESTAWIENIE WSZYSTKICH WARIANTÓW I WYBÓR OPTYMALNEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA MODERNIZACYJNEGO DLA BUDYNKU

Wybór optymalnego wariantu obejmuje:

oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych wskazanie optymalnego wariantu do realizacji

Określenie wariantów przedsięwzięć modernizacyjnych

	Przedsięwzięcie modernizacyjne	W1 – W7									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Modernizacja systemu ogrzewania	X	X	X	X	X	X	X			
2.	Wymiana drzwi stalowych i aluminiowych	X	X	X	X	X	X				
3.	Docieplenie stropodachu	X	X	X	X	X					
4.	Docieplenie stropu nieużytkowego	X	X	X	X						
5.	Montaż instalacji PV	X	X	X							
6.	Docieplenie cokołu	X	X								
7.	Docieplenie ścian poniżej terenu	X									
Planowane koszty całkowite zł		769060,66	644416,42	595336,44	449170,16	404697,38	360649,38	342476,41			
Oszczędność zapotrzebowania na energię %		47,9	47,0	47,0	45,9	43,1	42,9	42,0			

13. OPIS OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA

Na podstawie przeprowadzonej analizy został wybrany wariant 1 jako optymalny wariant przedsięwzięcia modernizacyjnego dla ocenianego budynku.

Wariant ten obejmuje następujące usprawnienia modernizacyjne przewidziane do realizacji w budynku:

- Docieplenie stropodachu o grubości 20 cm i współczynnika przewodności 0,037 W/m²*K
- Docieplenie stropu nieużytkowego grubości 22 cm i współczynnika przewodności 0,037 W/m²*K
- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania w zakresie: wymiany orurowania wraz z zastosowaniem izolacji, a także montaż grzejników płytowych z zabezpieczeniem zaworami termostatycznymi i regulującymi w budynku Szkoły, wymiany zewnętrznej rury na preizolowaną i Wymiana wyeksploatowanego kotła gazowego służącego do ogrzewania c.w.u. na nowy kocioł gazowy jednofunkcyjny do ogrzania wody w istniejącym zasobniku podłączonym do instalacji solarnej wraz z wkładem kominowym.
- Docieplenie ścian cokołu styropianem XPS o grubości 10 cm
- Docieplenie ścian poniżej terenu styropianem XPS o grubości 16 cm
- Montaż instalacji fotowoltaicznej na budynku dydaktycznym szkoły o mocy 24,49 kWp.
- Wymiana stolarki drzwiowej na szczelną o współczynnika przenikania 1,3 W/m²*K

13.1 Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Opracowanie dokumentacji projektowej, jeśli jest wymagana zgodnie z obowiązującym prawem

14. ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO				
	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii / redukcja zanieczyszczeń
1	2	3	4	5**
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o.+went + c.w.u.)	GJ/rok	4891,5	965,0	3926,5
	kWh/rok	1358751	268056	1090695
	%	80,3		
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	GJ/rok	594,2	279,2	315,1
	kWh/rok	165059	77544	87515
	%	53,0		
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	7163,3	1899,0	5264,3
	kWh/rok	1989802	527492	1462310
	%	73,5		
Roczna emisja gazów cieplarnianych*	ton równoważnika CO ₂ /rok	862,83	263,20	599,62
	%	100,00%	30,50%	69,50%
Roczna emisja pyłów PM ₁₀ *	kg/rok	2,45	0,00	2,45
	%	100,00%	0,00%	100,00%
Roczna emisja pyłów PM _{2,5} *	kg/rok	2,45	0,00	2,45
	%	100,00%	0,00%	100,00%
Produkcja energii cieplnej z nowo wybudowanych/nowych mocy wytwórczych instalacji wykorzystujących OZE	MWhe/rok	268,056		
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	MWh/rok	87,515		
Produkcja energii elektrycznej z nowo wybudowanych/nowych mocy wytwórczych instalacji wykorzystujących OZE	MWhe/rok	86,300		
Roczny spadek emisji gazów cieplarnianych	Mg/rok	599,62		

Załącznik 1 Założenia dla planowanej instalacji fotowoltaicznej

Oszacowanie zużywanej energii elektrycznej w ciągu roku w budynku wykonano na podstawie średniego, rocznego zapotrzebowania w celu określenia mocy projektowanej instalacji fotowoltaicznej. W celu prawidłowego doboru mocy instalacji fotowoltaicznej istotne jest uwzględnienie faktu, iż całość wyprodukowanej energii będzie wykorzystywana na potrzeby własne budynku i dobranie mocy instalacji pod najniższe zużycie jakie występuje. Takie założenie spełnia wymogi maksymalnego zużycia energii na potrzeby budynku, a także ogranicza oddawanie energii do sieci.

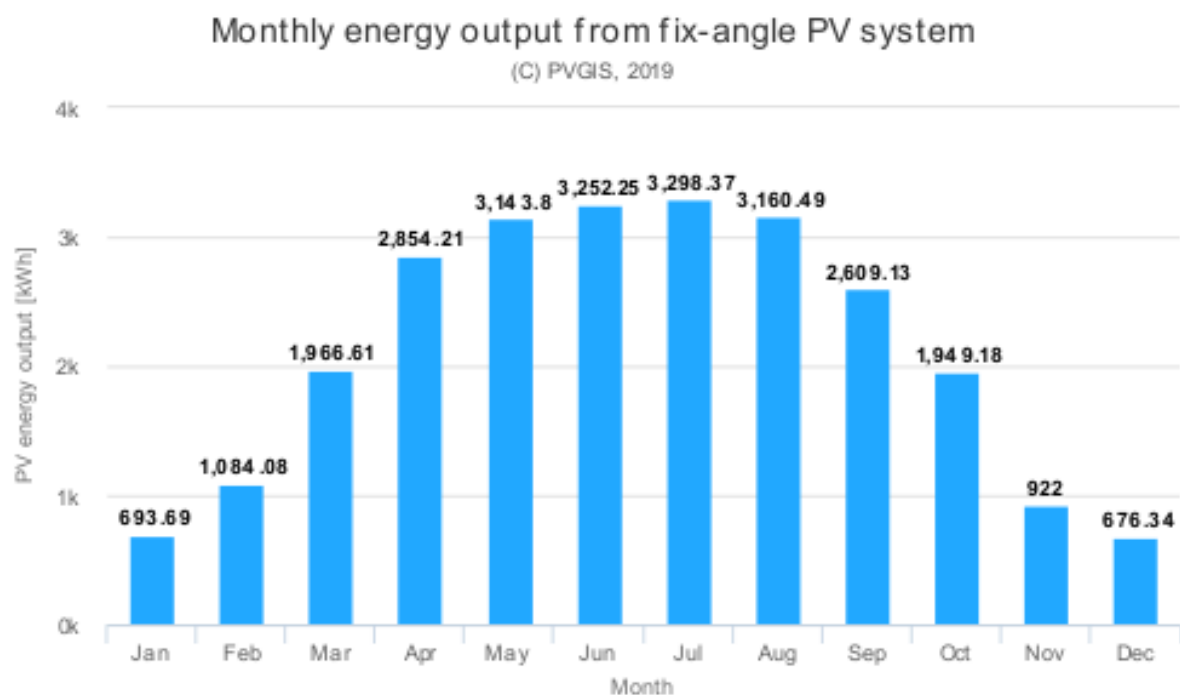
Przy doborze instalacji fotowoltaicznej wykorzystano symulator PV GIS udostępniony przez Europejski Instytut Energii i Transportu (IET). Dla odpowiedniej lokalizacji budynku założono iż moduły usytuowane zostaną w kierunku południowym przy kącie nachylenia 30 stopni w celu maksymalnego wykorzystania energii słonecznej. Wykonana symulacja pozwala na określenie dziennych i miesięcznych uzysków energetycznych, a także łącznej produkcji energii elektrycznej na poziomie 25 610 kWh/rok do obecnych 60 800 kWh/rok. Moc zaprojektowanej instalacji wynosi łącznie 24,49 kWp. Dane zostały przedstawione w tabeli poniżej.

Tabela 1 Zestawienie planowanej produkcji energii elektrycznej

miesiąc	kWh/miesiąc
Styczeń	694
Luty	1084
Marzec	1967
Kwiecień	2854
Maj	3143
Czerwiec	3252
Lipiec	3298
Sierpień	3160
Wrzesień	2609
Październik	1949
Listopad	922
Grudzień	676

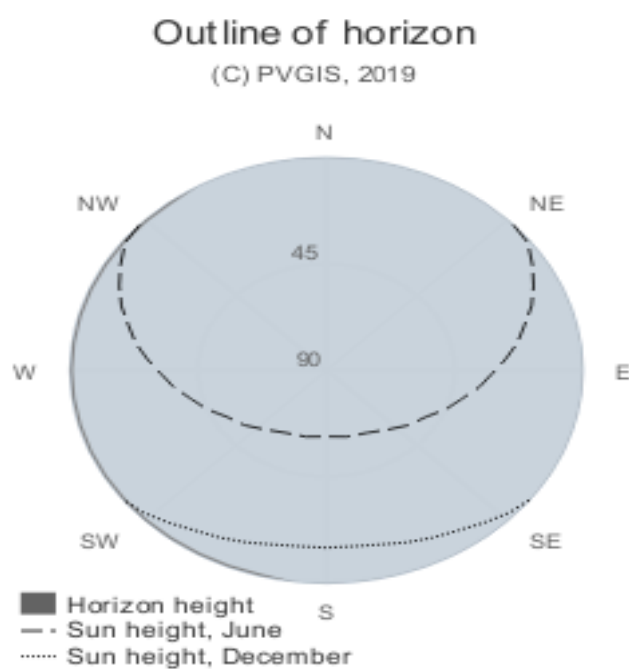
Źródło: PV Gis

Rysunek 1 Przedstawienie graficzne uzysku energetycznego przez instalację fotowoltaiczną w kWh/miesiąc



Źródło: PV GIS

Rysunek 2 Przedstawienie graficzne zarysu horyzontu



Źródło: PV GIS

Przeprowadzona symulacja pozwala na niemal całkowite wykorzystanie wyprodukowanej energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną w okresie letnim, a także maksymalne ograniczenie ewentualnych nadwyżek energetycznych. Realizacja tego wariantu, oprócz ograniczenia kosztów zakupu energii elektrycznej, przyniesie również efekt ekologiczny w postaci redukcji emisji gazów cieplarnianych. Podsumowanie ekonomiczno-ekologiczne przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 2 Podsumowanie ekologiczno-ekonomiczne wariantu

Lp	Parametr	Zużycie energii elektrycznej		Uzyskany efekt
		Wartość przed modernizacją	Wartość po modernizacji	
1	Cena energii [zł/kWh]	0,52	0,52	-
2	Zużycie energii [kWh]	150 854	150 854	-
3	Pobór energii z sieci [kWh]	150 854	125 244	25 610
4	Produkcja energii z instalacji PV [kWh]	-	25 610	25 610
5	Koszt energii elektrycznej [zł/rok]	78443,82	65126,62	13 317,20
6	Emisja dwutlenku węgla [Mg/rok]	117,36	97,44	19,92
7	Procentowy wskaźnik redukcji emisji dwutlenku węgla [%]			16,97%
8	Procentowy wskaźnik pokrycia zapotrzebowania energii przez OZE [%]			16,97%
9	Koszt usprawnienia [zł]			146 166,28
10	SPBT			11,0

Źródło: Opracowanie własne